



Petra Teitscheid, Nina Langen, Melanie Speck,
Holger Rohn (Hrsg.)

Nachhaltig außer Haus essen

Von der Idee bis auf den Teller



NAHGAST

 oekom

Ökologische und gesundheitliche Auswertung von 610 Rezepturen in der Außerhausverpflegung: Analyseergebnisse der Bilanzierungsmethode susDISH¹

Toni Meier ^{a,b}, Urte Grauwinkel^c, Frank Forner ^{a,b}, Ina Volkhardt ^{a,b}, Gabriele I. Stangl ^{a,b}, Olaf Christen ^a

Ansprechpartner:

Dr. Toni Meier

toni.meier@landw.uni-halle.de

www.nutrition-impacts.org

^a Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

^b Kompetenzcluster für Ernährung und kardiovaskuläre Gesundheit (nutriCARD) – Jena, Halle, Leipzig

^c Institut für Nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft e.V. (INL), Halle (Saale)

Zusammenfassung

Da gastronomische Einrichtungen gebündelt große Warenmengen einkaufen und weiterverarbeiten, kommt diesen bei der Identifizierung von gesundheitlichen und ökologischen Optimierungspotentialen eine entscheidende Rolle zu. In vorliegender Arbeit wurden 610 Rezepturen, die von fünf Studentenwerken zur Verfügung gestellt wurden, ernährungsphysiologisch und ökologisch ausgewertet. Hierbei wurden die Rezepturen in 28 Rezepturgruppen untergliedert und mittels 729 (27 x 27) paariger Zweistichproben-Welch-Tests hinsichtlich signifikanter Unterschiede überprüft. Während im Rahmen der ernährungsphysiologischen Auswertung 16 Nährstoffe berücksichtigt wurden, wurden die Umweltprofile der Rezepturen anhand von 15 Umweltindikatoren bestimmt. Besonderer Fokus lag hierbei auf den Treibhausgasmissionen, dem Bedarf an blauem Wasser und dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM). Auf Rezepturgruppenebene wurden folgende Schwankungsbreiten beobachtet: 9,1 bis 12,9 Gesundheitspunkte (max. = 16) mit kritischer Unterversorgung bei Ballaststoffen und Calcium sowie kritischer Überversorgung bei Eiweiß und Salz, 30 bis 254 Umweltbelastungspunkte, 0,8 bis 3,8 Kilogramm Treibhausgasemissionen, 9,1 bis 63,2 Liter Wasserbedarf und 0,03 bis 0,39 Gramm Einsatz von Pflanzenschutzmitteln je Rezeptur. Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) in den Zwischengruppenvergleichen wurden stärker in Bezug auf ökologische als auf gesundheitliche Leistungen beobachtet. Diese können als Grundlage für die Ableitung von soliden, alltagstauglichen Handlungsempfehlungen genutzt werden, um Speisepläne ohne großen Bilanzierungsaufwand nicht nur ökologisch nachhaltiger, sondern auch gesundheitsförderlicher zu gestalten.

1 Hintergrund

Mit rund 2,5 Milliarden ausgegebenen Essen pro Jahr stellt die Gemeinschaftsverpflegung (GV) nach dem Lebensmitteleinzelhandel den wichtigsten Transferkanal von Lebensmitteln zwischen Produzenten und Konsumenten in Deutschland dar (Weingarten et al 2016). Entsprechend groß sind demzufolge auch die Umwelt- und Gesundheitsschutzpotentiale, die aus einer umweltfreundlicheren und gesünderen Ernährung im GV-Markt resultie-

¹ Buchkapitel in: Teitscheid P, Langen N, Speck M, Rohn H (2018): Nachhaltig auser Haus essen – Von der Idee bis auf den Teller. Oekom Verlag, München

ren würden. Hochrechnungen des Wissenschaftlichen Beirats des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft gehen davon aus, dass mit der Umsetzung der Verpflegungsempfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) 3,0 bis 3,6 Millionen Tonnen Treibhausgasemissionen im Außerhausmarkt in Deutschland eingespart werden könnten (bei zuschreibbaren Gesamtemissionen in Höhe von 32 bis 40 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten). Würden zusätzlich vermeidbare Abfälle reduziert, könnten weitere 2,6 bis 3,2 Millionen Tonnen Treibhausgasemissionen eingespart werden (ebd.). Während die Ernährung insgesamt (Innerhaus- und Außerhausverzehr) in Deutschland für 25 Prozent aller Treibhausgasemissionen verantwortlich ist (Bezugsjahr 2006: 240 Millionen von 960 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente), verursacht diese auf globaler Ebene 37 Prozent aller Emissionen (ebd.; Meier 2017). Darüber hinaus zeichnet sich das Ernährungssystem durch eine Reihe von weiteren Umwelt- und Gesundheitsproblemen aus (Gakidou et al. 2017; Meemken & Qaim 2018; Ritchie et al. 2018; Springmann et al. 2016).

2 Zielstellung und Umfang der Untersuchung

Um konkrete, küchentaugliche Handlungsempfehlungen ableiten zu können, wurde für vorliegenden Beitrag eine Analyse von 610 Rezepturen vorgenommen, die von fünf Studentenwerken zur Verfügung gestellt wurden. Darin waren 571 Rezepturen für Speisen, die mit konventionellen Lebensmitteln hergestellt werden, enthalten und 39 Bio-Rezepturen, bei denen mindestens 95 Prozent der Komponenten aus ökologischer Landwirtschaft stammten. Eine statistische Auswertung wurde im Rahmen dieser Arbeit ausschließlich bei den 571 konventionellen Rezepturen durchgeführt, da die Stichprobe der Bio-Rezepturen für eine solche Auswertung zu klein war. Folgende Studentenwerke haben im Rahmen des jeweils vierwöchigen Erfassungszeitraums (November 2013 bis Januar 2014) Rezepturen zur Verfügung gestellt: das Studentenwerk Berlin ($n = 227$, davon 167 Rezepturen der Mensa Hardenbergstraße und 60 Rezepturen der Mensa Veggie No. 1); das Studentenwerk Halle ($n = 82$, Mensa Heide Süd); das Studentenwerk Chemnitz-Zwickau ($n = 74$, Mensa Reichenhainer Straße); das Studentenwerk Dresden ($n = 74$, Mensa Johannstadt); sowie das Studentenwerk Magdeburg ($n = 153$, Mensa UniCampus).

3 Methode

Die Bilanzierung wurde mit dem Instrument susDISH² vorgenommen, mit welchem die gesundheitlichen, ökologischen und betriebswirtschaftlichen Leistungen von Verpflegungsangeboten ermittelt und einer Optimierung unterzogen werden können. Eine Optimierung sowie die betriebswirtschaftliche Auswertung fanden jedoch im Rahmen der Untersuchung nicht statt.

3.1 Ökologische Bewertung

Dem Bilanzierungsinstrument susDISH liegt zur ökologischen Bewertung der Speisenqualität die DIN/ISO-Norm 14040/44 (2006) zu Ökobilanzen zugrunde. Dabei erfolgte die Auswahl der Umweltindikatoren auf Basis des Berichtsmodells Landwirtschaft und Umwelt des Thünen-Instituts (Schmidt & Osterburg 2013), der Richtlinien der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) zur Nachhaltigkeitsbewer-

² Das Akronym susDISH steht für „sustainable dish“ (= nachhaltige Rezeptur / nachhaltiges Angebot).

tung von Agro-Food-Systemen (FAO 2013) sowie national anerkannten Indikatoren aus der Bewertung land- und ernährungswirtschaftlicher Betriebe (Grimm & Hülsbergen 2009). Diese wurden um Vorgaben aus dem ILCD-Handbuch (European Commission 2010), des United Nations Environment Programme (UNEP 2011), dem ENVIFOOD-Protokoll (Food SCP Round Table 2013) und den Kriterien des Deutschen Nachhaltigkeitskodex (RNE 2012) ergänzt. Einen Überblick über berücksichtigte Umweltindikatoren und Wirkungen gibt Tabelle 1.

Tabelle 1 Untersuchte Umweltindikatoren und Wirkungen

	Umweltindikator	Wirkung	Klima- fußab- druck	Wasser- fußab- druck	Pestizid- einsatz	Ökologi- sche Knappheit
1	CO ₂ (Kohlendioxid)-Emissionen	Treibhauseffekt	✓			✓
2	CH ₄ (Methan)-Emissionen	Treibhauseffekt	✓			✓
3	N ₂ O (Lachgas)-Emissionen	Treibhauseffekt	✓			✓
4	NH ₃ (Ammoniak)-Emissionen	Versauerung, Luftverschmutzung, Treibhauseffekt, Eutrophierung (als NH ₄ ⁺)				✓
5	NO (Stickstoffmonoxid)-Emissionen	Luftverschmutzung, Versauerung				✓
6	NMVOG (Non-methane volatile organic compounds)-Emissionen	Luftverschmutzung, Ozonbildung				✓
7	SO ₂ (Schwefeldioxid)-Emissionen	Versauerung				✓
8	H ₂ S (Schwefelwasserstoff)-Emissionen	Versauerung				✓
9	HCl (Salzsäure)-Emissionen	Versauerung				✓
10	N-Einträge aus Mineral- und Wirtschaftsdünger	Eutrophierung, Humantoxizität				✓
11	P-Einträge aus Mineral- und Wirtschaftsdünger	Eutrophierung				✓
12	Bedarf an blauem Wasser	Wasserknappheit, Wasserstress		✓		✓
13	Pflanzenschutzmittel (PSM)	Human- und Ökotoxizität			✓	✓
14	Primärenergieverbrauch (PEV)	Ressourcenverbrauch / - knappheit				✓
15	Flächenbedarf - Ackerfläche - Grünland - Dauerkultur - Forstfläche - industriell genutzte Fläche	Ressourcenverbrauch / - knappheit, Biodiversitätsverlust (Artenschwund)				✓

✓: spezifisch im Rahmen dieser Untersuchung ausgewertete Indikatoren

Ökologische Knappheit, Umweltbelastungspunkte (UBP)

Da pro Rezeptur nicht 15 verschiedene Umweltindikatoren praxistauglich und kundenfreundlich kommuniziert werden können, wird in susDISH eine Aggregation und Gewichtung der Indikatoren vorgenommen. Somit ist eine Aufsummierung der einzelnen Umwelteffekte in einem Einpunktwert möglich. Dabei wird auf die etablierte Methode der ökologischen Knappheit (Frischknecht et al. 2013) zurückgegriffen. Weitere Details zur Methode finden sich bei Meier (2014).

Treibhausgasfußabdruck (*Carbon Footprint*)

Die Bilanzierung des Treibhausgasfußabdrucks erfolgt in susDISH auf Basis der ISO-Norm 14067 (2013) sowie IPCC (2006). Dabei liegen folgende Charakterisierungsfaktoren zu Grunde, (die zur Berechnung des Treibhausgaspotentials (CO₂e) genutzt werden: CH₄ = 25, N₂O = 298. Weitere Details zur Methode finden sich bei Meier (2014), sowie Meier und Christen (2012; 2013).

Wasserfußabdruck (*Water Footprint*)

Die Bilanzierung des Wasserfußabdrucks basiert auf Mekonnen und Hoekstra (2010) und orientiert sich an der ISO-Norm 14046 (2014). Demnach wird lediglich blaues Wasser bilanziert. Darunter ist das Wasser zu verstehen, welches über Kanäle und Rohrleitungen zum Tränken der Tiere, für Bewässerung in Gewächshäusern, zur Reinigung im Ernährungsgewerbe oder zum Kochen etc. verwendet wird. Grünes Wasser (direkte Niederschläge) und graues Wasser (Abwasser) bleiben in der Methode unberücksichtigt.

Pestizideinsatz

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) beziehungsweise Pestiziden erfolgt in susDISH auf Basis der dokumentierten aktiven Wirkmengen im Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ des Thünen-Instituts (Schmidt & Osterburg 2013). Die Daten gehen hierbei auf das PAPA-Modul des Julius-Kühn-Instituts (JKI) zurück, welches jährlich die PSM-Applikation in statistisch relevanten Kulturarten in Deutschland erfasst (JKI 2018). Angaben zum Einsatz von PSM (aktive Wirkmenge) bei ausländisch produzierter Ware wurde aus entsprechenden einzelbetrieblichen Ökobilanzstudien in die susDISH-Produktdatenbank übertragen (Meier 2014).

Konventionelle und biologische Landwirtschaft, Systemgrenzen, funktionelle Einheit

Eine Differenzierung zwischen konventionellem und ökologischem Landbau (und entsprechenden Produkten und Rezepturen) ist bei den Indikatoren CO₂-Emissionen, N-Eintrag, P-Eintrag, PSM-Einsatz, Primärenergieverbrauch und beim Flächenbedarf möglich. Aus ökobilanzieller Sicht ist weiterhin wichtig zu erwähnen, dass die untersuchte Prozesskette bei allen Produkten „von der Wiege bis zur Bahre“ (*cradle-to-grave*) analysiert wurde. Somit wurde der komplette Lebensweg der untersuchten Nahrungsmittel berücksichtigt. Umweltfolgen aus der Überfischung der Meere werden im susDISH-Modell hingegen nicht berücksichtigt. Weitere Details zur Beschreibung der Systemgrenzen finden sich bei Meier (2014). Die funktionelle Einheit bezieht sich in susDISH entweder auf ein Kilogramm Produkt oder eine Mittagsmahlzeit.

Werden alle Variationsmöglichkeiten in Betracht gezogen, die sich produktspezifisch aus der Prozesskette ergeben (bio/konventionell, Produktion im Inland/im Ausland, gekühlt/tiefgekühlt, verpackt in Kunststoff/Glas/Weißblech/Papier etc.), resultiert hieraus eine analysierbare Produktvielfalt von über 1000 Produkten, die im Rahmen ökobilanzieller Untersuchungen in der GV untersucht werden können. Gemäß der jeweiligen Verpflegungssituation vor Ort wurden entsprechende Lebensmittel beziehungsweise Rezepturkomponenten und komplette Rezepturen modelliert.

3.2 Gesundheitliche Bewertung

Die ernährungsphysiologische Bewertung der untersuchten Rezepturen erfolgte auf Basis des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS, Version 3.02). Insgesamt lassen sich mit Hilfe des BLS bis zu 150 verschiedene Nährstoffe von rund 15.000 Produkten analysieren. Des Weiteren wurden im Rahmen der gesundheitlichen Auswertung Kochwasser- und Vitaminverluste während der Zubereitung und der Warmhaltung der Speisen berücksichtigt. Zur Abschätzung entsprechender Verlustfaktoren wurde auf Arbeiten von Bognár (2002), Steinl (2008) und des US-amerikanischen Landwirtschaftsministeriums (USDA 2007) zurückgegriffen. Beim Einsatz von frischem Gemüse und Obst wurden Putz- und Schälverluste auf Basis von Ellinger et al. (2014) ermittelt und in der Rezepturauswertung entsprechend berücksichtigt. Nicht-verzehrfähige Teile von Fleischprodukten, wie Knochen und Sehnen, wurden bei entsprechenden Produkten (Hähnchenkeule etc.) auf Basis der Statistischen Jahrbücher des Bundeslandwirtschaftsministeriums herausgerechnet. Sofern bei Ölen die Rezepturangaben in Litern vorlagen, wurde diese auf Basis repräsentativer Daten zur Dichte in Kilogramm umgerechnet (FAO 2012).

Die Beurteilung der gesundheitlichen Qualität der angebotenen Speisen beruhte in erster Linie auf den offiziellen Verpflegungsstandards für die GV der DGE (2013), denen für das Mittagessen in der Erwachsenenverpflegung der Drittelansatz zugrunde liegt. Demnach sollte mit einer ernährungsphysiologisch ausgewogenen Mittagsmahlzeit in der Regel ein Drittel der täglich benötigten Nährstoffe aufgenommen werden. Mit dem DGE-Standard werden zwölf ernährungsphysiologische Kriterien überprüft (Tabelle 4). Vier weitere Faktoren wurden – gemäß entsprechender Empfehlungen der DGE – aus ernährungsphysiologischen Gründen zusätzlich beleuchtet (essentielle Aminosäuren/Eiweiß, Natrium (Kochsalz), Vitamin B12, Cholesterin). Essentielle Aminosäuren und Vitamin B12 sind vor dem Hintergrund einer zunehmenden Verbreitung pflanzlicher Rezepturkomponenten in der GV von Relevanz. Cholesterin und Natrium/Kochsalz wurden in die Auswertung einbezogen, da diese Substanzen zum einen als Risikofaktoren für Herz-Kreislaufkrankungen diskutiert werden; zum anderen liegt die tägliche durchschnittliche Aufnahme in Deutschland über den DGE-Empfehlungen (MRI 2008). Neben einer nährstoffspezifischen Einzelauswertung erfolgt in susDISH eine aggregierte Gesundheitsauswertung mittels sogenannter Gesundheitspunkte (GP). Um diese zu ermitteln, werden die berücksichtigten Referenzwerte mit den entsprechenden Werten der einzelnen Rezepturen verglichen. Mittels des Quotienten aus Ist-Zustand und Referenzwert ($\text{Quotient} = \text{Ist-Zustand} / \text{Referenzwert}$) wird für jedes Kriterium der jeweilige Erfüllungsgrad ermittelt. Bei einer hundertprozentigen Übereinstimmung des Ist-Zustands mit dem Referenzwert ergibt sich somit ein Quotient von 1, bei einer fünfzigprozentigen Erfüllung ein Quotient von 0,5 und bei einer nullprozentigen Erfüllung ein Quotient von 0 usw. Da pro Rezeptur insgesamt 16 Kriterien überprüft werden, können somit pro Rezeptur maximal 16 GP erreicht werden. Weitere Details zur Gesundheitsbewertung finden sich bei Meier (2014).

Um Ergebnisunterschiede auf Rezepturebene zu veranschaulichen, fand eine Aufteilung aller Rezepturen gemäß der in Tabelle 2 dargestellten Rezepturgruppen statt (Tabelle 2).

Tabelle 2 Verwendete Rezepturgruppen und deren Merkmale

Rezepturgruppen	Charakteristik
Rind/Kalb ... klassisch ... Suppe/Eintopf ... Pfannengericht/Gratin ... Pasta ... MensaVital	Gerichte mit Rind-/Kalbfleisch, Fleischportion > 100g Suppen/Eintöpfe mit Rindfleisch, Fleischportion ≤ 100g Pfannengerichte/Gratins mit Rind-/Kalbfleisch, Fleischportion ≤ 100g Pasta mit Rind-/Kalbfleisch, Fleischportion ≤ 100g MensaVital-Rezeptur mit Rind-/Kalbfleisch
Schwein ... klassisch ... Suppe/Eintopf ... Pfannengericht/Gratin ... Pasta ... Pizza ... MensaVital	Gerichte mit Schweinefleisch, Fleischportion > 100g Suppen/Eintöpfe mit Schweinefleisch, Fleischportion ≤ 100g Pfannengerichte/Gratins mit Schweinefleisch, Fleischportion ≤ 100g Pasta mit Schweinefleisch, Fleischportion ≤ 100g Pizza mit Schweinefleisch, Fleischportion ≤ 100g MensaVital-Rezeptur mit Schweinefleisch
Geflügel ... klassisch ... Suppe/Eintopf ... Pfannengericht/Gratin ... Pasta ... Pizza ... MensaVital	Gerichte mit Geflügel, Fleischportion > 100g Suppen/Eintöpfe mit Geflügel, Fleischportion ≤ 100g Pfannengerichte/Gratins mit Geflügel, Fleischportion ≤ 100g Pasta mit Geflügel, Fleischportion ≤ 100g Pizza mit Geflügel, Fleischportion ≤ 100g MensaVital-Rezeptur mit Geflügel
Fisch ... klassisch ... Pfannengericht/Gratin ... Pasta ... Pizza ... MensaVital	Gerichte mit Fisch, Fleischportion > 100g Pfannengerichte/Gratins mit Fisch/Meeresfrüchten, Fleischportion ≤ 100g Pasta mit Fisch/Meeresfrüchten, Fleischportion ≤ 100g Pizza mit Fisch/Meeresfrüchten, Fleischportion ≤ 100g MensaVital-Rezeptur mit Fisch/Meeresfrüchten
Ovo-lakto-vegetarisch (OLV) ... Pizza ... MensaVital	Herzhafte vegetarische Gerichte mit Ei- und/oder Milchprodukten Pizza, ovo-lakto-vegetarisch MensaVital-Rezeptur, ovo-lakto-vegetarisch
Vegetarisch-süß	Ovo-lakto-vegetarisch süß
Vegan ... MensaVital	Vegane Rezepturen, herzhaft MensaVital-Rezeptur, vegan

3.3 Statistische Auswertung

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) hinsichtlich der beobachteten ökologischen und gesundheitlichen Leistungen zwischen den betrachteten Rezepturgruppen wurden mittels 27 x 27 (= 729) paariger Welch-Tests ermittelt. Der Welch-Test (Zweistichproben-t-Test) kam zur Anwendung, da jeweils unabhängige Stichproben mit unterschiedlichen Varianzen vorlagen. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung finden sich im Appendix.

4 Ergebnisse und Diskussion

Die Spanne der beobachteten Ergebnisse werden in der folgenden Tabelle und den folgenden Abbildungen zusammengefasst. Die höchsten Umweltbelastungspunkte und Treibhausgasemissionen erreichten klassische Gerichte mit Rind- und Kalbfleisch aus konventioneller Landwirtschaft (durchschnittlich 254 UBP und 3,8 Kilogramm Treibhausgasemissionen pro Rezeptur), gefolgt von MensaVital-Rezepturen (249 UBP, 3,5 Kilogramm CO₂-Äquivalente), die mit Rind-/Kalbfleisch zubereitet wurden. Im Bereich von 100 bis 200 UBP rangierten Suppen/Eintöpfe, Pfannengerichte und Pastagerichte mit Rind-/Kalbfleisch sowie klassische Gerichte und MensaVital-Rezepturen mit Schweinefleisch. Suppen/Eintöpfe, Pfannengerichte und Pastagerichte mit Schweinefleisch, alle Rezepturgruppen mit Geflügel und Fisch sowie ovo-lakto-vegetarische Gerichte liegen im Bereich von 50 bis 100 UBP (Treibhausgasemissionen: 0,8 bis 1,8 Kilogramm CO₂-Äquivalente). Weniger als 50 UBP

pro Rezeptur erreichten lediglich vegane Speisen. Bezüglich der Treibhausgasemissionen je Rezeptur wurden ähnliche Werte von Lukas et al. (2015), Pulkinnen et al. (2015), Jungbluth et al. (2016) und Schaubroeck et al. (2018) ermittelt.

Den höchsten Wasserbedarf mit durchschnittlich 63 Litern pro Rezeptur wiesen Gratin-/Pfannengerichte mit Geflügelfleisch auf, was hauptsächlich auf den Einsatz von Reis und teilweise auf den Einsatz von Nüssen (zum Beispiel Cashewnüsse) oder Erdnüssen bei diesen Rezepturen zurückzuführen ist. Zudem ist bei der Ergebnisinterpretation zu berücksichtigen, dass lediglich blaues Wasser im Rahmen der Wasserbilanzierung betrachtet wurde (ISO 14046 2014; Mekonnen & Hoekstra 2010). Der Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft zur Produktion der verwendeten Komponenten variierte bei den konventionellen Rezepturen zwischen 0,13 Gramm je Rezeptur (vegan) und 0,39 Gramm (klassische Gerichte mit Schweinefleisch). Generell wiesen Rezepturen mit tierischen Komponenten, insbesondere jene von Monogastriern (Schwein, Geflügel) durch die stärkere Fütterung von (Kraft)-Futtermitteln, die in der Regel auf intensiv bewirtschafteten Ackerflächen angebaut werden, höhere Pestizidaufwendungen als vegetarische/vegane Rezepturen und Rezepturen mit Fisch auf. In diesem Kontext steht Fisch aus Hochseefischerei besser als Fisch aus Aquakultur da, weil Aquakulturen in der Regel auch auf externe Inputs (etwa Futtermittel von Ackerflächen) angewiesen sind.

Bezüglich der gesundheitlichen Qualität der konventionellen Gerichte zeigt die Auswertung, dass die höchsten Gesundheitspunkte (GP) mit MensaVital-Rezepturen (11,2 bis 12,9 GP, maximal 16) verbunden waren, gefolgt von veganen Rezepturen (11,7 GP), Gerichten mit Rind-/Kalbfleisch (11,4 GP) und Gerichten mit Fisch und OLV-Gerichte (jeweils 11,3 GP). Bei Gerichten mit Rind-/Kalbfleisch und Schweinefleisch zeigten zudem Pfannen- und Gratingerichte sowie Suppen/Eintöpfe leicht höhere GP als die klassischen Rezepturen. Bei Pastagerichten und süßen vegetarischen Speisen wurden die geringsten GP beobachtet. Mit einer Differenz von 0,1 wiesen Bio-Gerichte (10,9) leicht geringere GP auf als Rezepturen mit Komponenten aus konventioneller Landwirtschaft (11,0).

Im Durchschnitt wiesen Bio-Rezepturen im Vergleich zu konventionellen Rezepturen geringere PSM-Aufwendungen (-79,2 Prozent), Umweltbelastungspunkte (-20,6 Prozent), und Treibhausgasemissionen (-10,7 Prozent) auf. Der Wasserbedarf war um 4,5 Prozent erhöht, was vornehmlich auf den höheren Wasserbedarf von vegetarisch-süßen Speisen zurückzuführen ist (bio: 53,8 Liter, konventionell: 41,4 Liter). Im Vergleich zu den konventionellen vegetarischen Süßspeisen wurden alle Bio-Süßspeisen mit einer Obstkomponente serviert (Apfelmus oder Sauerkirschen), was den höheren Wasserbedarf, gleichzeitig jedoch auch die höheren Gesundheitspunkte erklärt.

Insgesamt sollte bei der Interpretation der Ergebnisse der Kennzahl der Umweltbelastungspunkte (UBP) die größte Aufmerksamkeit gewidmet werden, da neben den vorgestellten Ergebnissen auf Einzelindikatorebene (Treibhausgasemissionen, Wasserbedarf, PSM-Einsatz) weitere Umweltindikatoren in die Berechnung der UBP gewichtet einfließen (Meier 2014). Die Kennzahl der UBP ist somit am aussagekräftigsten.

Tabelle 3 Ökologische und gesundheitliche Auswertung der betrachteten Rezepturgruppen

	Rezepturen mit Komponenten aus konventioneller Landwirtschaft						Rezepturen mit Komponenten aus ökologischer Landwirtschaft					
	Gesundheitspunkte		Umweltbelastungspunkte (UBP)	Treibhausgasemissionen	Wasser (blau)	PSM-Einsatz	Gesundheitspunkte		Umweltbelastungspunkte (UBP)	Treibhausgasemissionen	Wasser (blau)	PSM-Einsatz
	Max. = 16			in kg	in l	in g	Max. = 16			in kg	in l	in g
	n = 571	je mehr, umso besser	je weniger, umso besser				n = 39	je mehr, umso besser	je weniger, umso besser			
Rind/Kalb	28	11,4	254	3,8	30,5	0,29	3	10,6	223	3,2	32,9	0,07
... klassisch												
... Suppe/Eintopf	2	11,9	154	2,4	15,8	0,18	0					
... Pfannengericht/Gratin	6	11,6	184	2,7	42,8	0,22	1	12,0	166	3	48	0,06
... Pasta	2	10,5	168	2,4	38,3	0,23	1	11,6	163	2,4	41	0,05
... MensaVital	3	12,3	249	3,5	21,3	0,24	0					
Schwein	87	10,6	122	1,8	20,7	0,39	2	9,5	74	1,2	32,7	0,05
... klassisch												
... Suppe/Eintopf	10	11,0	72	1,2	9,1	0,24	0					
... Pfannengericht/Gratin	16	10,8	87	1,3	17,0	0,21	0					
... Pasta	11	9,8	82	1,2	25,8	0,24	0					
... Pizza	10	9,5	103	1,4	13,4	0,26	0					
... MensaVital	5	11,7	106	1,7	18,2	0,32	0					
Geflügel	54	10,7	97	1,5	30,7	0,34	2	10,7	86	1,4	32,1	0,05
... klassisch												
... Suppe/Eintopf	2	10,1	57	1,1	12,4	0,19	0					
... Pfannengericht/Gratin	10	10,7	82	1,2	63,2	0,23	0					
... Pasta	6	9,1	72	1,0	29,9	0,20	0					
... Pizza	3	10,7	77	1,2	24,2	0,20	0					
... MensaVital	7	11,2	89	1,3	44,7	0,31	0					
Fisch	36	11,3	57	1,3	21,8	0,15	0					
... klassisch												
... Pfannengericht/Gratin	2	10,4	54	1,1	21,3	0,15	0					
... Pasta	8	9,3	50	0,8	31,4	0,18	0					
... Pizza	4	10,6	64	1,1	25,7	0,15	0					
... MensaVital	13	12,1	62	1,3	26,9	0,15	0					
Ovo-lakto-vegetarisch (OLV)	117	11,3	70	1,1	22,6	0,17	23	11,1	51	1,0	21,8	0,03
... Pizza	11	10,5	78	1,2	24,7	0,17	0					
... MensaVital	15	12,9	71	1,2	18,9	0,15	0					
Vegetarisch-süß	27	9,4	87	1,3	41,4	0,32	3	10,2	58	1,5	53,8	0,14
Vegan	70	11,7	43	0,9	34,1	0,13	4	10,4	30	0,8	26,1	0,04
... MensaVital	6	12,6	41	0,8	19,8	0,14	0					
Arithmetisches Mittel		11,0	90	1,4	26,6	0,24		10,9	72	1,3	27,8	0,05
Differenz konventionell / bio								-1,5%	-20,6%	-10,7%	+4,5%	-79,2%

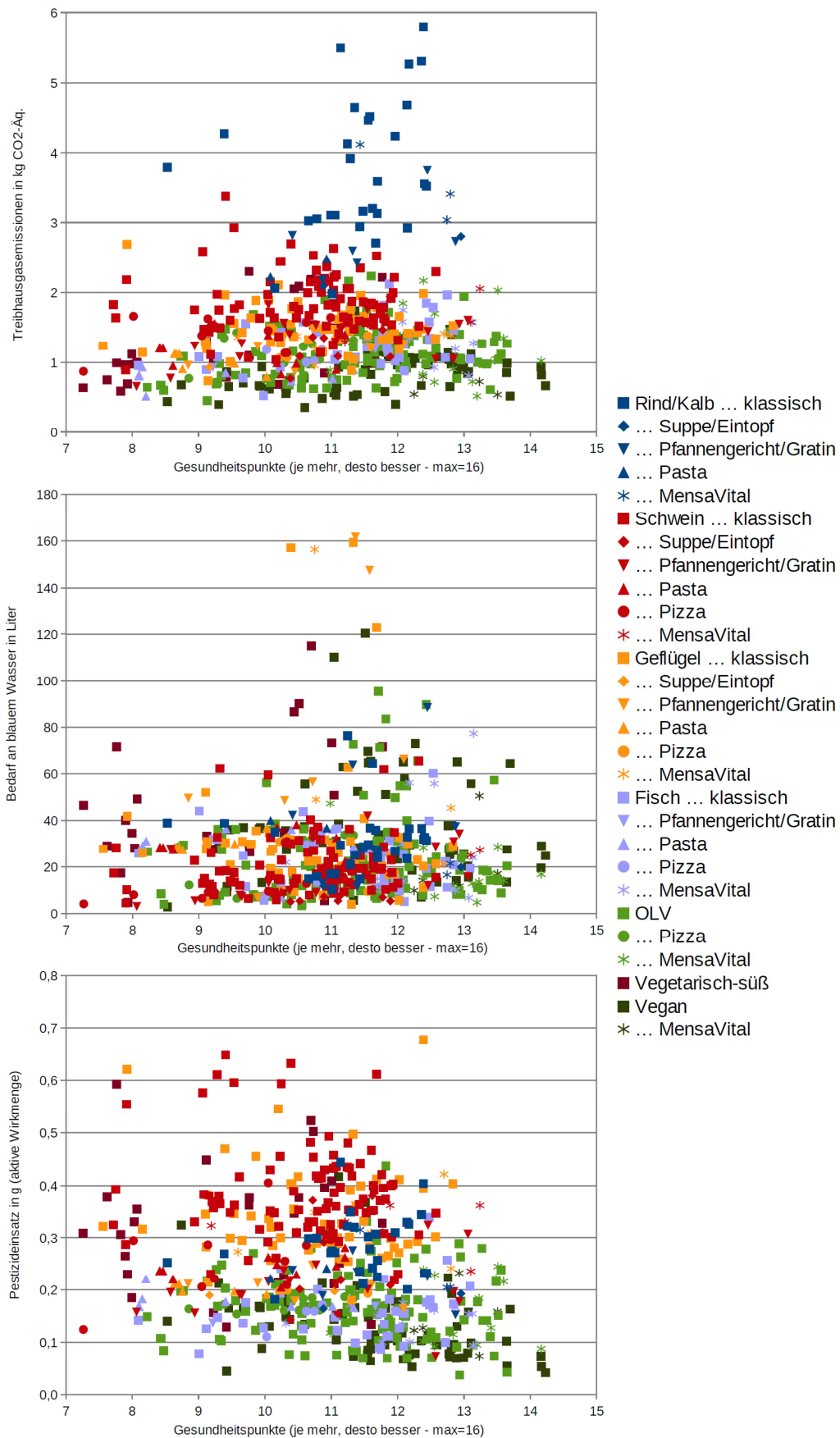


Abbildung 1 Treibhausgasemissionen (oben), Wasserbedarf, blau (Mitte) und Pestizideinsatz (unten) der untersuchten Rezepturen (aus konventionellen Lebensmitteln) und Gesundheitspunkte nach Rezepturgruppen

5 Gesundheitliche Auswertung

Die gesundheitliche Auswertung der Rezepturen ist in den Tabellen 4 und 5 dargestellt. Sie orientiert sich an den von der DGE empfohlenen Referenzwerten für die jeweiligen Makro- und Mikronährstoffe (DGE 2013). Für jeden Makronährstoff und den Energiegehalt wurde ein Optimalbereich definiert. Für die ausgewerteten Vitamine und Mineralstoffe wurde der Mindestbedarf errechnet und nur bei Unterschreitung des Mindestbedarfs wurden Gesundheitspunkte abgezogen. Eine Überschreitung des Mindestbedarfes ist in den Tabellen 4 und 5 in dunkelgrün dargestellt, jedoch wurden dafür keine Zusatzpunkte in der gesundheitlichen Bewertung vergeben. Weitere Details zum Auswertungsalgorithmus sind in der Methodenbeschreibung zu susDISH zu finden (Meier 2014).

Insgesamt ergibt der Vergleich der Gesundheitsbewertung von konventionellen Gerichten mit den Mahlzeiten aus ökologischer Erzeugung keine relevanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Die Mittelwerte aus allen Rezeptgruppen sind häufig sogar nahezu identisch. Allerdings sollte beachtet werden, dass 571 konventionellen Rezepturen lediglich 39 Rezepturen aus ökologischer Erzeugung gegenüberstanden.

Kritische Werte sind in den Tabellen 4 und 5 an der roten Einfärbung zu erkennen. Nachfolgend soll kurz auf die sieben Hauptansatzpunkte für eine Rezepturoptimierung hinsichtlich der Gesundheit eingegangen werden.

1. Eiweiß: Viele Fleischgerichte enthielten zu viel Eiweiß, wohingegen vegetarisch-süße und vegane Gerichte nur sehr wenig Protein enthielten.
2. Ballaststoffe: Fast alle konventionellen Gerichte (Ausnahme: MensaVital) wiesen etwas zu niedrige Ballaststoffgehalte auf. Die Biogerichte hatten durchschnittlich höhere Ballaststoffgehalte und erreichten größtenteils die Empfehlung von zehn Gramm für eine Mittagsmahlzeit.
3. Vitamin C: Im Durchschnitt wurden die Empfehlungen für Vitamin C erreicht. Allerdings enthielten die Gerichte der Rezeptgruppen „Pasta“, „Pizza“ und „vegetarisch-süß“ deutlich zu wenig Vitamin C.
4. Calcium: Ein kritischer Mineralstoff ist Calcium. So wiesen mehr als die Hälfte der konventionellen Gerichte und auch Biogerichte eine deutliche Unterversorgung mit Calcium auf. Einzig vegetarische Gerichte und Pizzagerichte (Käse als Calciumlieferant) zeichneten sich durch ausreichend hohe Calciumgehalte aus.
5. Eisen: Im Durchschnitt wurden die Referenzwerte für Eisen fast erreicht. Jedoch enthielten die Gerichte der Rezeptgruppen „Pasta“, „Pizza“ und „vegetarisch-süß“ nur die Hälfte der empfohlenen Eisenmenge.
6. Vitamin B12: Insgesamt ist Vitamin B12 ein unkritisches Vitamin in der Rezepturauswertung. Die veganen Gerichte enthielten jedoch durchweg nur Spuren an Vitamin B12, was als problematisch zu bewerten ist.
7. Natrium/Kochsalz: Nahezu alle Gerichte (Ausnahme: MensaVital) enthielten deutlich zu viel Natrium. Die empfohlenen Mengen für Natrium wurden in fast allen Fällen um das Zwei- bis Dreifache überschritten.

Tabelle 4 Durchschnittliche ernährungsphysiologische Kennzahlen der betrachteten Rezepturgruppen, die mit konventionellen Lebensmitteln hergestellt wurden (grüne Farbtöne = tendenzielle Übereinstimmung mit entsprechenden Empfehlungen in der GV, rötliche/bräunliche Farbtöne = tendenzielle Abweichung)

	n = 571	Energie	Eiweiß	Essen- tielles Eiweiß	Kohlen- hydrate	Fett	Choles- terin	Ballst- stoffe	Vitamin B1	Folsäure	Vitamin B12	Vitamin C	Vitamin E	Calcium	Magne- sium	Eisen	Natrium
		in kcal, Optimum: 704-860 kcal, Toleranz ±10%	in g, Optimum: 26,7- 29,5g, Toleranz ±5%	in g, Mindest- bedarf: 4,1g, Toleranz ±5%	in g, Optimum: 100-110g, Toleranz ±5%	in g, Opti- mum: 25,5- 28,1g, Toleranz ±5%	in mg, Höchst- dosis: 100mg, Toleranz ±5%	in g, Mindest- bedarf: 10g, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 0,4mg, Toleranz ±5%	in µg, Mindest- bedarf: 100µg, Toleranz ±5%	in µg, Mindest- bedarf: 1µg, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 33mg, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 5mg, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 333mg, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 117mg, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 5mg, Toleranz ±5%	in mg, Optimum: 200- 800mg, Toleranz ±5%
Rind/Kalb ... klassisch	28	795	38,4	16,0	87,9	32,6	103,5	8,5	0,6	118	1,9	43,3	7,5	136	106	5,6	1510
... Suppe/Eintopf	2	610	23,4	9,4	70,8	26,4	60,0	10,6	0,5	80	1,5	31,7	6,5	125	98	4,4	1679
... Pfannengericht/Gratin	6	673	33,3	14,7	77,8	26,0	117,3	9,9	0,5	110	5,8	67,1	10,0	211	102	4,7	1220
... Pasta	2	727	37,0	14,8	100,2	18,0	53,9	6,6	0,2	46	1,4	10,8	4,0	186	97	4,6	1556
... MensaVital	3	806	38,2	15,7	84,7	36,9	125,7	8,2	0,6	101	1,9	75,9	9,1	133	164	7,1	615
Schwein ... klassisch	87	836	39,6	18,2	82,9	38,9	129,2	8,9	0,9	122	1,4	52,5	10,6	146	112	4,5	1616
... Suppe/Eintopf	10	594	25,0	10,4	84,8	17,5	50,6	15,1	0,9	146	0,7	43,1	12,9	135	122	4,7	2348
... Pfannengericht/Gratin	16	715	29,0	12,9	73,5	34,4	119,8	7,7	0,5	84	0,8	33,4	10,6	323	95	3,3	1138
... Pasta	11	910	33,8	13,6	116,1	33,0	75,0	6,6	0,3	44	0,6	11,9	4,2	199	94	3,2	2033
... Pizza	10	936	39,5	17,2	99,3	41,9	103,4	5,4	2,5	475	1,1	17,2	3,8	455	86	3,0	1966
... MensaVital	5	766	41,2	18,2	97,6	23,1	102,2	9,6	0,8	104	0,6	73,7	5,3	131	115	4,0	740
Geflügel ... klassisch	54	797	44,0	18,7	85,4	31,6	132,0	9,1	0,8	168	1,2	47,8	10,4	143	118	4,6	1824
... Suppe/Eintopf	2	727	34,8	13,9	87,7	27,6	51,2	8,1	0,5	114	0,3	34,0	6,1	139	119	4,3	2116
... Pfannengericht/Gratin	10	686	34,2	14,4	86,3	22,6	129,9	6,4	0,4	92	0,9	44,2	3,5	224	88	3,8	726
... Pasta	6	865	27,9	11,0	107,1	33,8	67,3	5,7	0,2	50	0,5	15,3	4,6	183	86	2,2	2356
... Pizza	3	757	34,3	14,1	100,9	23,4	73,4	6,0	2,2	369	0,6	12,1	3,0	378	95	3,2	2135
... MensaVital	7	751	40,0	17,7	86,9	28,1	111,4	11,3	0,5	96	0,7	55,2	9,1	183	150	4,6	1030
Fisch ... klassisch	36	765	36,9	15,6	87,6	30,0	97,0	8,3	0,6	148	2,8	50,4	12,3	163	122	3,5	1584
... Pfannengericht/Gratin	2	617	23,6	10,7	63,4	31,0	123,3	8,3	0,6	115	0,6	71,4	19,9	136	106	2,2	936
... Pasta	8	798	23,2	8,6	107,3	28,4	44,6	6,3	0,2	37	1,9	8,6	5,2	135	86	2,8	2631
... Pizza	4	777	36,3	14,9	105,0	22,8	76,7	5,6	2,4	369	6,4	12,2	3,1	349	92	3,7	2369
... MensaVital	13	792	42,8	18,2	102,7	23,7	93,4	11,8	0,5	119	2,1	42,0	10,9	234	161	5,2	1126
Ovo-lakto-vegetarisch (OLV)	117	784	25,5	10,9	96,9	33,4	126,9	9,7	0,6	151	0,7	46,5	10,7	313	118	4,4	1424
... Pizza	11	820	31,7	12,7	107,1	27,9	67,8	6,6	2,6	461	0,7	24,5	3,5	413	89	2,8	2103
... MensaVital	15	776	31,9	12,9	108,1	25,8	58,8	13,1	0,6	148	0,8	77,1	9,5	420	147	5,4	1944
Vegetarisch-süß	27	879	20,5	9,2	138,9	27,6	153,8	4,6	0,5	100	1,3	10,9	4,0	360	63	3,0	642
Vegan	70	702	22,2	8,0	109,5	21,2	1,9	12,5	0,7	172	0,1	50,3	8,8	227	140	5,5	1666
... MensaVital	6	671	28,4	11,2	95,4	21,5	12,4	13,1	0,5	154	0,0	43,0	6,1	491	147	5,8	736
Arithmetisches Mittel		762	32,7	13,7	94,7	28,2	87,9	8,7	0,8	153	1,4	39,5	7,7	238	111	4,1	1563

Tabelle 5 Durchschnittliche ernährungsphysiologische Kennzahlen der betrachteten Rezepturgruppen, die mit Lebensmitteln aus ökologischem Anbau hergestellt wurden (grüne Farbtöne = tendenzielle Übereinstimmung mit entsprechenden Empfehlungen in der GV, rötliche/bräunliche Farbtöne = tendenzielle Abweichung)

	n = 39	Energie	Eiweiß	Essen- tielles Eiweiß	Kohlen- hydrate	Fett	Choles- terin	Ballst- stoffe	Vitamin B1	Folsäure	Vitamin B12	Vitamin C	Vitamin E	Calcium	Magne- sium	Eisen	Natrium
		in kcal, Optimum: 705-860 kcal, Toleranz ±10%	in g, Optimum: 26,7- 29,5g, Toleranz ±5%	in g, Mindest- bedarf: 4,1g, Toleranz ±5%	in g, Optimum: 100-110g, Toleranz ±5%	in g, Opti- mum: 25,5-28g, Toleranz ±5%	in mg, Höchst- dosis: 100mg, Toleranz ±5%	in g, Mindest- bedarf: 10g, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 0,4mg, Toleranz ±5%	in µg, Mindest- bedarf: 100µg, Toleranz ±5%	in µg, Mindest- bedarf: 1µg, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 33mg, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 5mg, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 333mg, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 117mg, Toleranz ±5%	in mg, Mindest- bedarf: 5mg, Toleranz ±5%	in mg, Optimum: 200- 800mg, Toleranz ±5%
Rind/Kalb ... klassisch	3	648	33,0	14,5	56,2	32,4	92,7	7,9	0,6	55,2	2,4	24,7	9,9	91	89	4,3	1490
... Pfannengericht/Gratin	1	705	36,9	15,0	117,2	14,1	50,3	22,5	4,3	669,9	1,4	87,8	25,7	171	214	8,5	2477
... Pasta	1	934	46,0	19,0	122,9	26,8	84,5	9,0	0,2	48,5	1,6	14,0	6,6	300	125	5,0	879
Schwein ... klassisch	2	858	33,1	14,1	88,0	41,2	79,1	6,9	2,6	304,9	0,5	14,7	14,0	90	107	3,2	2832
Geflügel ... klassisch	2	815	50,3	22,2	94,1	26,2	156,2	9,1	0,8	119,6	1,3	31,8	10,0	120	120	4,3	2817
Ovo-lakto-vegetarisch (OLV)	23	749	24,8	10,5	101,8	28,0	111,7	10,0	0,6	115,5	0,5	36,3	12,3	285	125	4,1	1645
Vegetarisch-süß	3	782	18,8	8,8	141,1	16,2	24,6	6,5	0,4	116,3	0,8	28,5	15,8	339	92	2,8	1058
Vegan	4	613	22,7	8,5	81,7	23,7	0,0	10,2	0,5	83,8	0,1	51,1	11,4	351	103	4,4	1784
Arithmetisches Mittel		763	33,2	14,1	100,4	26,1	74,9	10,3	1,2	189	1,1	36,1	13,2	218	122	4,6	1873

6 Fazit

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die balanzierten Rezepturen sowohl in ihren ökologischen als auch gesundheitlichen Eigenschaften stark variieren und teilweise signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Rezepturgruppen bestehen. Signifikante Unterschiede können als Grundlage für die Ableitung von Handlungsempfehlungen genutzt werden, um Speisepläne ohne großen Bilanzierungsaufwand nicht nur ökologisch nachhaltiger, sondern auch gesundheitsförderlicher zu gestalten. Folgende Kernbotschaften lassen sich aus der Analyse ableiten:

1. **Fleischgerichte**, vor allem aus Rind und Lamm, gehen mit den höchsten Umweltbelastungen einher, die wesentlich nur durch kleinere Fleischportionen abgebaut werden können.

2. **Pfannengerichte/Gratins** und teilweise Suppen/Eintöpfe zeichnen sich im Vergleich zu klassischen Menükompositionen gleichzeitig durch bessere Umwelt- und Gesundheitsleistungen aus.
3. Rezepturen der Menüline **MensaVital** sind im Vergleich zu klassischen Rezepturen nicht nur ernährungsphysiologisch, sondern auch ökologisch vorteilhafter.
4. Gerichte mit **Fisch**, herzhafte **ovo-lakto-vegetarische** und **vegane** Gerichte zeichnen sich insgesamt durch tendenziell überdurchschnittliche Gesundheits- und Umweltleistungen aus.
5. **Pastagerichte** und vegetarische Süßspeisen bieten Potential, ernährungsphysiologisch optimiert zu werden.
6. Der überhöhte Salzgehalt resultiert oft aus dem Einsatz von **Fertigprodukten**, die reduziert eingesetzt werden sollten. Dies betrifft Grundsaucen, Soßenbinder, Convenienceprodukte, Gemüsebrühen etc.
7. Der leicht geringere Gesundheitswert der **Biogerichte** resultiert nicht aus der Gesundheitsqualität der eingesetzten Einzelkomponenten, sondern aus der unausgewogenen Menükomposition. Hier besteht noch Nachbesserungsbedarf.

Die Rezepturzusammenstellung in der Außer-Haus-Verpflegung hat einen maßgeblichen Einfluss auf den Gesundheitswert und die Umweltbelastung der angebotenen Gerichte. Insgesamt können Köche und Einkäufer aus einer Vielzahl von Produkten im Sortiment von Großhändlern und Direktvermarktern auswählen. Um die Speiseplanung sowohl aus ökologischer als auch ernährungsphysiologischer Sicht weiter zu verbessern, gibt es zahlreiche Möglichkeiten, wie die Anpassung der Fleischportion, die Reduktion von salzhaltigen Fertig- und Convenienceprodukten, den Einsatz von saisonalen und regionalen Frischgemüsekomponenten sowie die verstärkte Einbeziehung von Leguminosen und alternativen Getreidearten (Amaranth, Buchweizen, Hirse).

Literatur

BMEL/BMELV StatJB (verschiedene Jahrgänge): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (früher BMELV). Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven

Bognár, A. (2002): Tables on weight yield of food and retention factors of food constituents for the calculation of nutrient composition of cooked foods (dishes). Berichte der Bundesforschungsanstalt für Ernährung BFE - R - 02 - 03. Bundesforschungsanstalt für Ernährung. Karlsruhe

DGE (2013): Umsetzung der D-A-CH-Referenzwerte in die Gemeinschaftsverpflegung - Erläuterungen und Tabellen. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Bonn

Ellinger, S.; Gonnermann, B.; Rademacher, C.; Sakkietitbutra, N.; Falck, K.; Kiefer, R. (2014): Skript Ernährungsplanung. Hochschule Niederrhein. Oecotrophologie, Mönchengladbach.

European Commission (2010): ILCD handbook. General guide for life cycle assessment: De-tailed guidance. Publications Office of the European Union, Luxembourg

FAO (2012): FAO/INFOODS Density Database Version 2.0. Food and Agriculture Organisation of the UN. Rom

FAO (2013): Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems. Indicators (SAFA). Natural resources management and environment department, Food and Agriculture Organisation (FAO), Rom

Food SCP Round Table (2013): ENVIFOOD Protocoll – Environmental Assessment of Food and Drink Protocol, Version 1.0. Food SCP Round Table, Brüssel

Gakidou, E. et al. (2017): Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2016. *The Lancet*. 390: 1345–422

Grimm, C.; Hülsbergen, K.-J. (Hg.) (2009): Nachhaltige Landwirtschaft. Indikatoren, Bilanzierungsansätze, Modelle. Berlin: Erich Schmidt

ISO 14040/14044 (2006): Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and framework. International Organization for Standardization, Genf.

ISO 14046 (2014): Environmental management -- Water footprint -- Principles, requirements and guidelines. International Organization for Standardization, Genf.

ISO 14067 (2013): Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication. International Organization for Standardization, Genf.

JKI (2018): Statistische Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis (PAPA). Julius-Kühn-Institut, Kleinmachnow (<http://papa.julius-kuehn.de/>)

Jungbluth, N., Keller, R., & König, A. (2016). ONE TWO WE—life cycle management in canteens together with suppliers, customers and guests. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(5), 646-653.

Lukas, M., Rohn, H., Lettenmeier, M., Liedtke, C., & Wiesen, K. (2016). The nutritional footprint—integrated methodology using environmental and health indicators to indicate potential for absolute reduction of natural resource use in the field of food and nutrition. *Journal of cleaner production*, 132, 161-170.

Meier, T., O. Christen (2012): Gender as a factor in an environmental assessment of the consumption of animal and plant-based foods in Germany. In: *International Journal of Life Cycle Assessment* 17 (5): 550 – 564

Meier, T., O. Christen (2013): Environmental Impacts of Dietary Recommendations and Dietary Styles: Germany As an Example. In: *Environ. Sci. Technol* 47 (2): 877–888

Meier, T. (2014): SusDISH – Methodenbeschreibung zur Bilanzierung gesundheitlicher und ökologischer Leistungen in der Gastronomie. Institut der Agrar- und Ernährungswissenschaften, Universität Halle-Wittenberg. Halle (Saale)

Meier, T. (2017): Planetary boundaries of agriculture and nutrition – an Anthropocene approach. In: *Proceedings of the Symposium on Communicating and Designing the Future of Food in the Anthropocene*. Humboldt University Berlin, Bachmann Verlag: 69-79

Mekonnen, M.M., A.Y. Hoekstra (2010): The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series No. 47, UNESCO-IHE, Delft /Netherlands

Meemken, E. M., & Qaim, M. (2018). Organic Agriculture, Food Security, and the Environment. Annual Review of Resource Economics (in press).

MRI (2008): Nationale Verzehrsstudie II (2008): Max Rubner-Institut. Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe

Pulkkinen, H., Roininen, T., Katajajuuri, J. M., & Järvinen, M. (2016). Development of a Climate Choice meal concept for restaurants based on carbon footprinting. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(5), 621-630.

RNE (2012): DNK – Deutscher Nachhaltigkeitskodex. Rat für Nachhaltige Entwicklung, Berlin.

Ritchie, H., Reay, D. S., & Higgins, P. (2018). The impact of global dietary guidelines on climate change. *Global Environmental Change*, 49, 46-55.

Schaubroeck, T., Ceuppens, S., Luong, A. D., Benetto, E., De Meester, S., Lachat, C., & Uyttendaele, M. (2018). A pragmatic framework to score and inform about the environmental sustainability and nutritional profile of canteen meals, a case study on a university canteen. *Journal of Cleaner Production*.

Schmidt, T., B. Osterburg (2013): Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt in den Umwelt-ökonomischen Gesamtrechnungen. Tabellen für die Berichtsjahre 1991, 1995, 1999, 2003, 2007 und 2010, Thünen-Institut, Braunschweig

Springmann, M., Godfray, H. C. J., Rayner, M., & Scarborough, P. (2016). Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(15), 4146-4151.

Steinel, M. (2018). Erfolgreiches Verpflegungsmanagement: Praxisorientierte Methoden für Einsteiger und Profis. Neuer Merkur.

UNEP (2011): Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases – A Basis for Greener Processes and Products, “Shonan Guidance Principles”. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative

USDA (2007): USDA Table of Nutrient Retention Factors Release 6. Nutrient Data Laboratory Beltsville Human Nutrition Research Center (BHNRC) Agricultural Research Service (ARS) U.S. Department of Agriculture (USDA). Beltsville

Weingarten, P. et al. (2016): Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz und des Wissenschaftlichen Beirats für Waldpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft*. Berlin. (Sonderheft 222)

Appendix

1. Abstract

Since dining facilities buy and process large amounts of goods, they play an important role in the identification and utilization of potentials for optimization regarding ecological and health aspects. In the present study, the ecological and nutritional value of 610 recipes of five student services organizations („Studentenwerke“) were analyzed. Therefore, the recipes were divided into 28 categories and the statistical differences were examined, using 729 (27*27) paired two samples Welch tests. While the nutritional evaluation includes 16 nutrients, the environmental impact of the recipes was determined by 15 ecological parameters. Particular emphasis was set on greenhouse gas emissions, the requirement of blue water and the application of pesticides. On recipe group level the analyses showed the following variations: a score value of 9.1 up to 12.9 related to health (max. = 16) with a critical undersupply of fibers and calcium as well as an oversupply of protein and salt. Concerning ecological parameters, the recipes ranged between 30 and 254 eco-points (the less the better), 0.8 and 3.8 kg greenhouse gas emissions, 9.1 to 63.2 liters of blue water and 0.03 to 0.39 g of applied pesticides. Significant differences ($p < 0.05$) in the inter-group comparisons were observed more in relation to environmental than health impacts. These can be used as a basis for deriving solid recommendations for action suitable for everyday use in order to make menus not only more ecologically sustainable but also more health-promoting without great accounting effort.

2. Weitere Ergebnisse

Statistische Auswertung

Zur Ableitung belastbarer und alltagstauglicher Handlungsempfehlungen fand eine statistische Datenauswertung der 571 konventionellen Rezepturen statt. Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den betrachteten Rezepturgruppen sind in Abb. 1 und Tab. 1 dargestellt. Sich nicht überschneidende Konfidenzintervalle (Abb. 1, rechts) bzw. p-Werte kleiner 0,05 (Tab. 1) deuten dabei auf signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Rezepturgruppen hin. Hierbei fällt auf, dass eindeutigere Handlungsempfehlungen bezüglich der ökologischen Vorteilhaftigkeit gemacht werden können, da sich viele Rezepturklassen signifikant von anderen unterscheiden (siehe Tab. 1, unteres linkes Datendreieck, p-Werte kleiner 0,05). Im Gegensatz dazu zeigt die ernährungsphysiologische Auswertung im multiplen Gruppenvergleich eine große Überschneidung der Konfidenzintervalle (Abb. 1, rechts) bzw. p-Werte häufig über 0,05 (Tab. 1, oberes, linkes Datendreieck). Aus diesem Grund lassen sich auf Rezepturgruppenebene keine pauschalen Handlungsempfehlungen hinsichtlich gesundheitlicher Vorteilhaftigkeit ableiten. Bezüglich des statistisch-methodischen Vorgehens sei an dieser Stelle erwähnt, dass im Anschluss an die durchgeführten Welch-Tests in dieser Arbeit keine Bonferroni-Korrektur zur Anwendung kam, da keine multiplen Mittelwertvergleiche, sondern 729 Zweistichprobenvergleiche durchgeführt wurden.

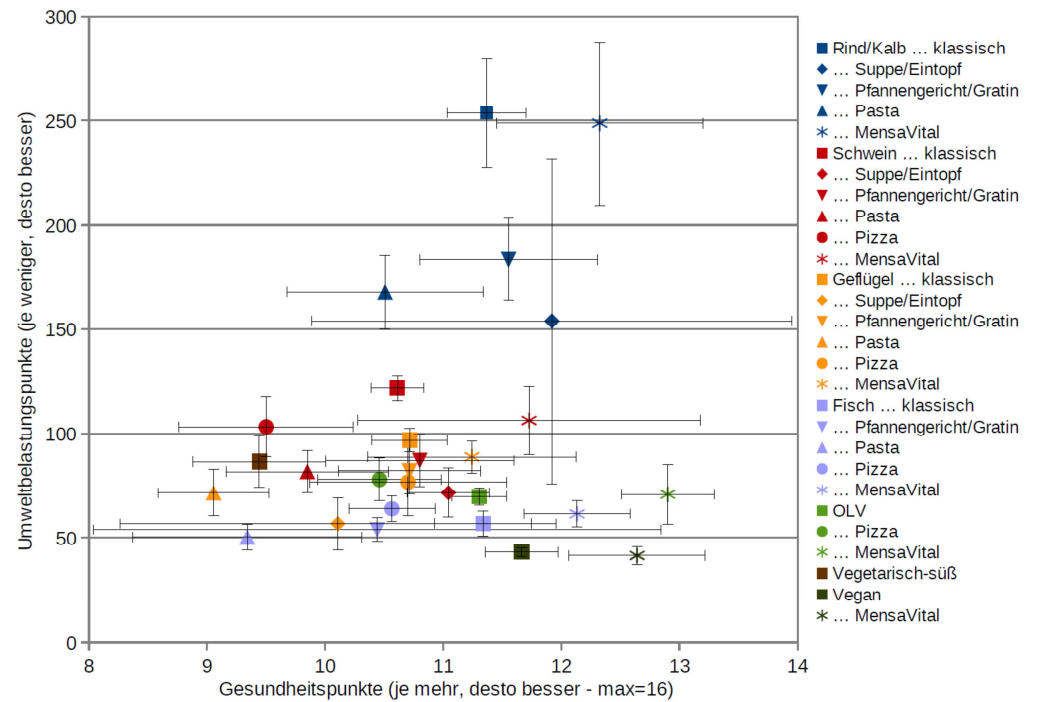
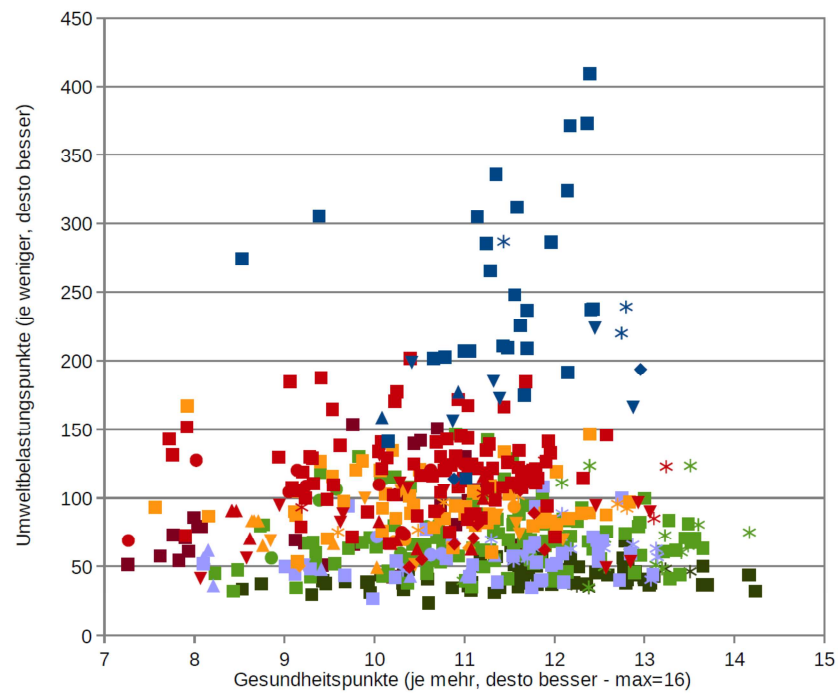


Abb. 1 Umweltbelastungspunkte und Gesundheitspunkte der untersuchten Rezepturen (aus konventionellen Lebensmitteln) nach Rezepturgruppen (links: jeder Punkt steht für eine Rezeptur, rechts: Darstellung der Rezepturgruppen mit 95% Konfidenzintervall)

Tab. 1 Darstellung signifikanter Unterschiede im Vergleich zwischen Rezepturgruppen mittels Welch-Test (hinsichtlich Gesundheit: oberes rechtes Datendreieck, hinsichtlich Umwelt: unteres linkes Datendreieck), p<0,05 (grün): signifikante Unterschiede zwischen Rezepturgruppen, p≥0,05 (gelb-rot): keine signifikanten Unterschiede zwischen Rezepturgruppen

Signifikante Unterschiede hinsichtlich ...	Gesundheit	Umwelt (UBP)																											
		Rind/Kalb ... klassisch	... Suppe/Eintopf	... Pflannengericht/Gratin	... Pasta	... MensaVital	Schwein ... klassisch	... Suppe/Eintopf	... Pflannengericht/Gratin	... Pasta	... Pizza	... MensaVital	Geflügel ... klassisch	... Suppe/Eintopf	... Pflannengericht/Gratin	... Pasta	... Pizza	... MensaVital	Fisch ... klassisch	... Pflannengericht/Gratin	... Pasta	... Pizza	... MensaVital	OLV	... Pizza	... MensaVital	Vegetarisch-süß	Vegan	... MensaVital
Rind/Kalb ... klassisch	n.a.	0,35	0,34	0,16	0,09	0,00	0,10	0,11	0,00	0,00	0,33	0,00	0,21	0,04	0,00	0,14	0,40	0,45	0,29	0,00	0,01	0,01	0,38	0,01	0,00	0,00	0,10	0,00	
... Suppe/Eintopf	0,13	n.a.	0,40	0,21	0,39	0,21	0,28	0,25	0,15	0,14	0,45	0,23	0,21	0,23	0,11	0,24	0,33	0,34	0,26	0,13	0,21	0,44	0,33	0,20	0,26	0,13	0,42	0,31	
... Pflannengericht/Gratin	0,00	0,30	n.a.	0,10	0,13	0,03	0,13	0,10	0,00	0,00	0,42	0,05	0,20	0,06	0,00	0,10	0,30	0,32	0,27	0,00	0,03	0,12	0,28	0,02	0,01	0,00	0,40	0,03	
... Pasta	0,00	0,39	0,38	n.a.	0,05	0,43	0,23	0,33	0,18	0,11	0,11	0,36	0,38	0,37	0,10	0,39	0,16	0,16	0,48	0,07	0,46	0,09	0,16	0,47	0,06	0,09	0,12	0,03	
... MensaVital	0,42	0,14	0,06	0,08	n.a.	0,03	0,06	0,02	0,01	0,00	0,26	0,04	0,14	0,02	0,00	0,04	0,07	0,09	0,19	0,00	0,03	0,36	0,08	0,02	0,18	0,01	0,15	0,30	
Schwein ... klassisch	0,00	0,28	0,23	0,28	0,25	n.a.	0,03	0,33	0,03	0,01	0,11	0,30	0,34	0,38	0,00	0,43	0,11	0,00	0,46	0,02	0,42	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	
... Suppe/Eintopf	0,00	0,14	0,04	0,09	0,09	0,03	n.a.	0,30	0,00	0,00	0,21	0,09	0,25	0,18	0,00	0,27	0,35	0,15	0,36	0,01	0,05	0,00	0,12	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	
... Pflannengericht/Gratin	0,00	0,17	0,07	0,12	0,12	0,06	0,06	n.a.	0,04	0,01	0,16	0,42	0,31	0,43	0,00	0,44	0,24	0,13	0,41	0,02	0,30	0,00	0,13	0,25	0,00	0,01	0,03	0,00	
... Pasta	0,00	0,16	0,06	0,16	0,11	0,05	0,04	0,04	n.a.	0,25	0,04	0,02	0,42	0,04	0,09	0,02	0,00	0,00	0,36	0,21	0,05	0,00	0,00	0,09	0,00	0,19	0,00	0,00	
... Pizza	0,00	0,21	0,12	0,17	0,17	0,12	0,11	0,11	n.a.	0,02	0,01	0,33	0,01	0,17	0,04	0,01	0,00	0,30	0,40	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	
... MensaVital	0,00	0,23	0,14	0,18	0,18	0,15	0,14	0,14	0,14	n.a.	0,13	0,15	0,13	0,01	0,14	0,30	0,32	0,27	0,02	0,10	0,31	0,30	0,08	0,10	0,02	0,47	0,15		
Geflügel ... klassisch	0,00	0,19	0,11	0,19	0,14	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,11	n.a.	0,32	0,50	0,00	0,49	0,15	0,01	0,43	0,01	0,28	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	
... Suppe/Eintopf	0,00	0,13	0,03	0,13	0,07	0,13	0,05	0,05	0,07	0,04	0,04	0,13	n.a.	0,33	0,24	0,33	0,24	0,21	0,43	0,30	0,36	0,14	0,21	0,39	0,11	0,31	0,18	0,12	
... Pflannengericht/Gratin	0,00	0,16	0,06	0,16	0,11	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,11	n.a.	0,00	0,49	0,18	0,06	0,43	0,02	0,34	0,00	0,05	0,27	0,00	0,00	0,01	0,00	
... Pasta	0,00	0,14	0,04	0,14	0,09	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,09	0,03	n.a.	0,02	0,00	0,00	0,23	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	
... Pizza	0,00	0,15	0,05	0,10	0,10	0,10	0,07	0,07	0,08	0,06	0,06	0,10	0,10	0,07	0,08	n.a.	0,21	0,20	0,42	0,03	0,41	0,05	0,20	0,36	0,07	0,12	0,14	0,08	
... MensaVital	0,00	0,18	0,08	0,18	0,12	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,06	0,18	0,06	0,07	0,12	n.a.	0,43	0,27	0,00	0,11	0,05	0,45	0,19	0,01	0,01	0,27	0,12	
Fisch ... klassisch	0,00	0,12	0,03	0,12	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,12	0,01	0,02	0,07	0,01	n.a.	0,30	0,00	0,00	0,01	0,45	0,12	0,00	0,06	0,22	0,09	
... Pflannengericht/Gratin	0,00	0,12	0,03	0,12	0,06	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,12	0,02	0,03	0,06	0,03	0,03	n.a.	0,28	0,47	0,20	0,30	0,50	0,15	0,29	0,25	0,17	
... Pasta	0,00	0,12	0,02	0,12	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,12	0,01	0,02	0,06	0,01	0,01	0,04	n.a.	0,02	0,00	0,03	0,15	0,00	0,44	0,07	0,05	
... Pizza	0,00	0,13	0,04	0,13	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,13	0,02	0,03	0,08	0,03	0,02	0,05	0,03	n.a.	0,00	0,09	0,38	0,00	0,01	0,07	0,00	
... MensaVital	0,00	0,13	0,03	0,13	0,07	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,13	0,02	0,02	0,07	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02	n.a.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	0,09	
OLV	0,00	0,14	0,04	0,14	0,08	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,05	0,02	0,14	0,03	0,04	0,08	0,03	0,02	0,08	0,03	0,04	0,02	n.a.	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	
... Pizza	0,00	0,15	0,05	0,15	0,10	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,10	0,04	0,04	0,08	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	n.a.	0,00	0,01	0,01	0,00	
... MensaVital	0,00	0,14	0,03	0,09	0,09	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	n.a.	0,00	0,00	0,23	
Vegetarisch-süß	0,00	0,17	0,06	0,12	0,12	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,10	0,05	0,06	0,09	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	n.a.	0,00	0,00
Vegan	0,00	0,11	0,02	0,11	0,05	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,11	0,01	0,02	0,05	0,02	0,00	0,11	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	n.a.	0,01	
... MensaVital	0,00	0,11	0,02	0,11	0,05	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,11	0,01	0,02	0,05	0,01	0,00	0,05	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	n.a.	
n =	28	2	6	2	3	87	10	16	11	10	5	54	2	10	6	3	7	36	2	8	4	13	117	11	15	27	70	6	

p = Irrtumswahrscheinlichkeit

n.a. = nicht anwendbar (Welch-Test bei identischen Gruppen nicht anwendbar)

n = untersuchte Stichprobe

